

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**


 DIALOGIP


Configuring database or section - determining access processes to data, storing access processes in first data block, and configuring database by evaluating information

Patent Assignee: INT BUSINESS MACHINES CORP; IBM CORP

Inventors: BLATTMANN M; LEISTEN U; RITTERSHOFER N; BLATTMANN-BLEILE M C

Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
DE 19534819	A1	19970327	DE 1034819	A	19950920	199718	B
JP 9171477	A	19970630	JP 96221045	A	19960822	199736	
US 5884311	A	19990316	US 96716006	A	19960919	199918	

Priority Applications (Number Kind Date): DE 1034819 A (19950920)

Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
DE 19534819	A1		22	G06F-017/30	
JP 9171477	A		20	G06F-012/00	
US 5884311	A			G06F-017/30	

Abstract:

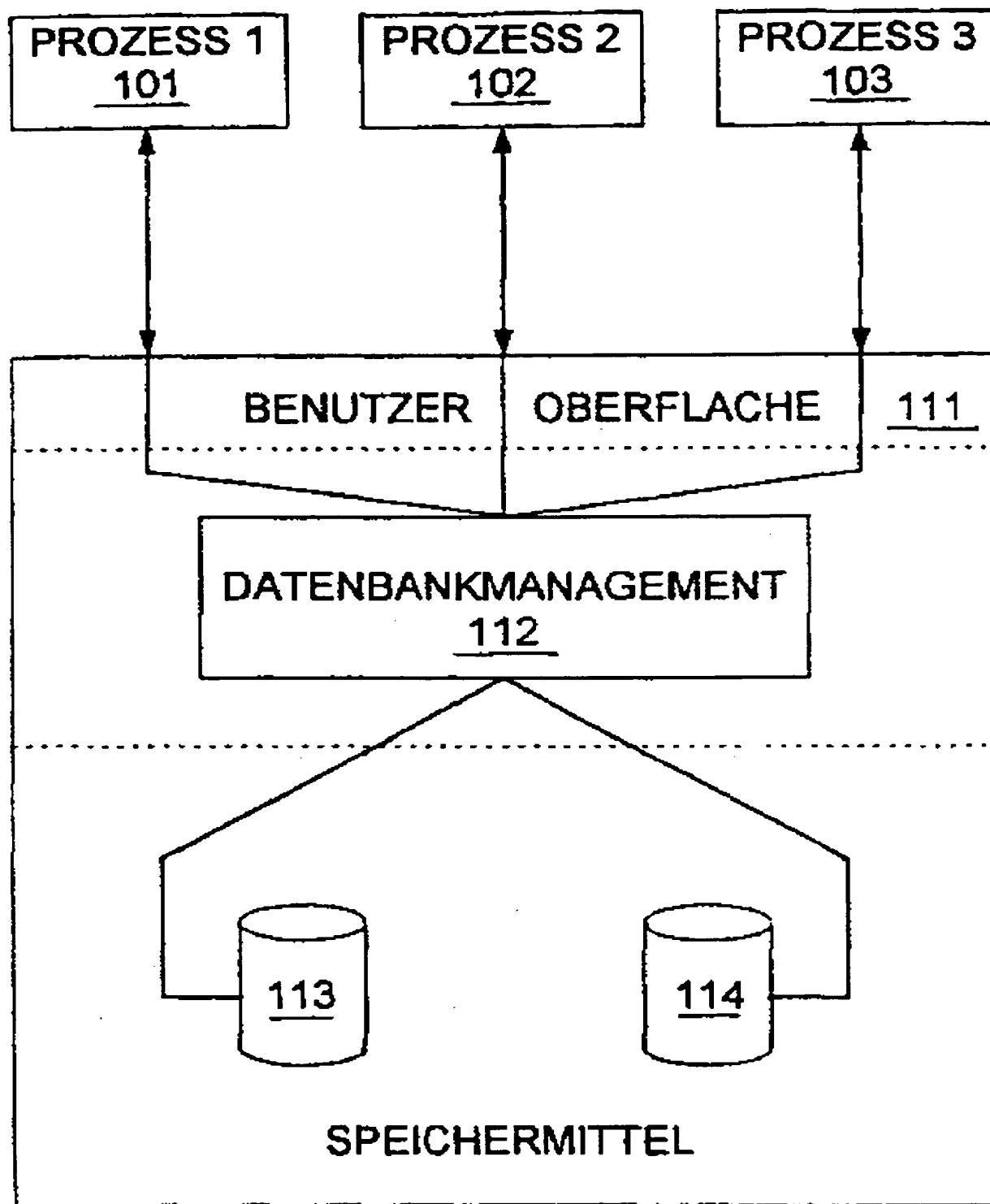
DE 19534819 A

A database (110), to which access is gained by the processes(101, 102, 103), and these processes communicate with the user interface (111) of the database.

The database or section management (112) manages the data in the database stored in the memory devices (113, 114) and also the configuration, that is establishing which memory is to be used and how the data is to be stored. Computer programs are also used in the access process, and these can be business processes controlled by a work management system.

USE/ADVANTAGE - For scientific and commercial application. Optimises configuration of databases and this can proceed during actual operations.

Dwg. 1/15



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenl gungsschrift
①0 DE 195 34 819 A 1

⑤1 Int. CL⁸:
G 06 F 17/30

②1 Aktenz ichen: 195 34 819.2
②2 Anmeldetag: 20. 9. 95
②3 Offenlegungstag: 27. 3. 97

DE 195 34 819 A 1

⑦1 Anmelder:
International Business Machines Corp., Armonk,
N.Y., US

⑦4 Vertreter:
Schäfer, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 70178 Stuttgart

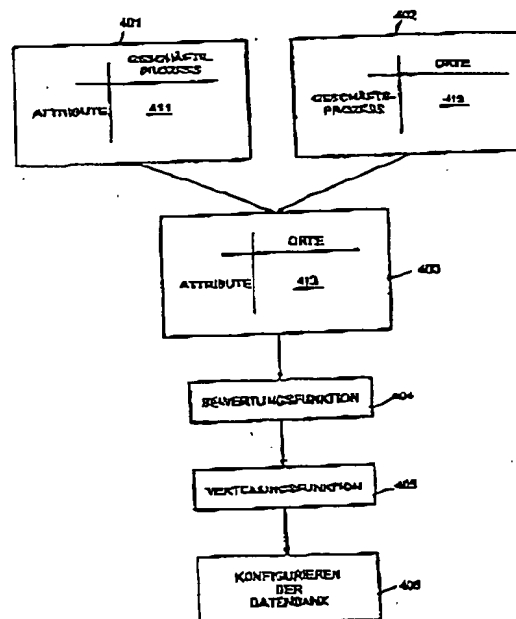
⑦2 Erfinder:
Blattmann, Marion, 79258 Hartheim, DE;
Rittershofer, Nicole, 68794
Oberhausen-Rheinhausen, DE; Leisten, Udo, 70565
Stuttgart, DE

⑤0 Entgegenhaltungen:
DE 44 41 753 A1
DE 42 21 073 A1
DE 40 21 832 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Konfigurieren einer Datenbank

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Konfiguration einer Datenbank 110, insbesondere durch die Teilung von Datenobjekten; dieser Vorgang der Teilung wird in der Datenbanktechnik häufig auch als FRAGMENTIERUNG bezeichnet. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verteilung von Datenobjekten in einer Datenbank 110; dieser Vorgang wird in der Datenbanktechnik häufig auch als ALLOKATION bezeichnet. Die Konfiguration der Datenbank 110 wird durch die Information gesteuert, welche Prozesse 101, 102, 103 in welcher Art und in welchem Umfang auf die Datenobjekte der Datenbank 110 zugreifen. Insbesondere wird die Konfiguration von verteilten relationalen Datenbanken gesteuert durch die Information, welche Prozesse 101, 102, 103 auf welche Attribute der Relationen mit welcher Häufigkeit lesend und mit welcher Häufigkeit schreibend zugreifen und unter weiterer Berücksichtigung der Orte, an denen die Prozesse 101, 102, 103 ablaufen. Die Konfiguration der Datenbank 110 kann dabei sowohl zum Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme der Datenbank 110 erfolgen; weiterhin ist auch eine dynamische Rekonfiguration der Datenbank 110 während des Datenbankbetriebes möglich, um etwa einem veränderten Datenbankbenutzerverhalten Rechnung zu tragen.



DE 195 34 819 A 1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Vorrichtung zur Konfiguration einer Datenbank, insbesondere durch die Teilung von Datenobjekten; dieser Vorgang der Teilung wird in der Datenbanktechnik häufig auch als FRAGMENTIERUNG bezeichnet. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verteilung von Datenobjekten in einer Datenbank; dieser Vorgang wird in der Datenbanktechnik häufig auch als ALLOKATION bezeichnet.

Stand der Technik

Um die Datensätze in einer Datenbank formal beschreiben zu können, wurden Datenmodelle entwickelt, die alle in der Datenbank enthaltenen Daten und Beziehungen untereinander abbilden. Ein Beispiel für ein solches semantisches beziehungsweise konzeptionelles Datenmodell ist das "Entity-Relationship-Modell" (ERM). Aus dem semantischen Datenmodell wird ein logisches Datenmodell abgeleitet. Logische Datenmodelle sind das hierarchische Datenmodell, häufig auch als "Baummodell" bezeichnet, das objekt-orientierte Datenmodell und das relationale Datenmodell. Weiterhin unterscheidet man zwischen zentralisierten Datenbanken und verteilten Datenbanken.

In H. F. Korth und A. Silberschatz: "Database System Concepts", McGraw-Hill, New York, 1986 werden verschiedene Datenbankkonzepte vorgestellt und diskutiert. In einer verteilten Datenbank sind die Daten auf verschiedenen Speichermitteln gespeichert. In der Regel sind die Daten sogar auf verschiedenen Computersystemen an verschiedenen Orten gespeichert. Die verschiedenen Computersysteme sind über ein Kommunikationsnetz miteinander verbunden und stehen über verschiedene Kommunikationsmittel in Kontakt miteinander.

In S. Ceri: "Distributed Databases: Principles and Systems", McGraw-Hill, New York, 1984 und in H. Kudlich: "Verteilte Datenbanken: Systemkonzepte und Produkte", Siemens AG, Berlin, 1992 wird das Prinzip verteilter Datenbanken vorgestellt und verschiedene verteilte Datenbanksysteme diskutiert.

In S. Ceri, S. Navathe und G. Wiederhold: "Distribution Design of Logical Database Schemas", IEEE Transactions on software engineering, Vol. SE-9, No. 4 (July 1983), Seite 487—504 und in S. Ceri, 3. Pernici und G. Wiederhold: "Distributed Database Design Methodologies", Proceedings of the IEEE, Vol. 75, No. 5 (May 1987), Seite 533—545 werden Vorschläge für den Entwurf logischer Datenbanksysteme diskutiert und Entwurfsverfahren für verteilte Datenbanken vorgestellt.

In R. Nussdorfer: "DRDA: Verteilte Datenbanken für heterogene Umgebungen", Datenbank Extra, Hrsg.: U. Parthier: "DB2: Seine Tools, Neuerungen und Möglichkeiten. IT Verlag für innovative Technologien, Sauerlach, 1993, Seite 23—27 ist der Industriestandard DRDA für verteilte Datenbanken beschrieben. Die Architektur spezifiziert Protokolle und Konventionen, die eine Verbindung zwischen Datenbanken verschiedener Hersteller ermöglichen.

Der Übergang von dem logischen Datenbankschema zu einem physikalischen Datenbankschema kann als Konfiguration der Datenbank verstanden werden und

wird beispielsweise durch einen Datenbankadministrator durchgeführt.

In I. Fogg und M. Orlowska: "Valid Unbiased Fragmentation for Distributed Database Design", Computers Math. Applic. (UK), Vol. 25, No. 9, 1993, Seite 97—106 werden verschiedene Fragmentierungsmöglichkeiten in verteilten Datenbanken vorgestellt. Es werden nicht nur die horizontale und die vertikale Fragmentierung vorgestellt, sondern auch Kombinationsformen dieser Fragmentierungsarten.

In J. A. Bakker: "A Semantic Approach to Enforce Correctness of Data Distribution Schemes", The Computer Journal (UK), Vol. 37, No. 7, 1994, Seite 561—575 werden die Abfragesprache Structured Query Language (SQL) und zwei Entity-Relationship Ansätze auf ihre Benutzbarkeit für die Datenverteilung untersucht. Ein neuer Ansatz basierend auf einem semantischen Metamodell für die Fragmentierung und die Allokierung wird beschrieben, wobei nur zwei Arten von horizontaler Fragmentierung erlaubt sind.

In relationalen Datenbanken werden die Daten in Form von Relationen abgelegt. Die Relationen können auch als Tabellen betrachtet werden, wobei die Attribute der Relationen häufig als Spalten der Tabellen dargestellt werden.

In "Distributed Relational Database Architecture: Evaluation and Planning Guide", 2. Auflage, Doc.-Nr. SC26-4650-01, IBM, San Jose (CA), USA, 1993 und in "Distributed Relational Database Planning and Design Guide for DB2 Users", Doc.-Nr. GG24-3377, IBM, San Jose (CA), USA, 1991, beides Publikationen, die durch die Geschäftsstellen der IBM Deutschland oder der IBM Corporation bezogen werden können, sind die Architektur verteilter relationaler Datenbanken sowie Entwurfsrichtlinien für verteilte relationale Datenbanken beschrieben.

In Y. Zhang, M. E. Orlowska und R. Colomb: "An Efficient Test for the Validity of Unbiased Hybrid Knowledge Fragmentation in Distributed Databases", International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering (Singapur), Vol. 2, No. 4, 1992, Seite 589—609 werden drei Arten der Fragmentierung relationaler Datenbanken beschrieben.

Die fortschreitende Globalisierung von Unternehmen zusammen mit der Notwendigkeit zur Rationalisierung der Produktionsverfahren führt in zunehmendem Maße zu einer Reorganisation der Geschäftsprozesse sowie einer Konsolidierung der Informationssysteme.

In H. Heilmann: "Workflow Management: Integration von Organisation und Informationsverarbeitung", HMD, 176, 1994, Seite 8—21, wird ein Geschäftsprozeß als ein abgrenzbarer, oft arbeitsteiliger Prozeß bezeichnet, der zur Erstellung oder Verwertung betrieblicher Leistungen führt. Den Schwerpunkt der Betrachtung bildet dabei der dynamische Ablauf des Prozesses von seiner Initiierung bis zum Abschluß. Häufig wird auch der Begriff "workflow" anstelle des Begriffes "Geschäftsprozeß" verwendet.

In F. Leymann und D. Roller: "Business Process Management with FlowMark", Digest of papers, Cat. No. 94CH3414-0, Spring COMPCON 94, 1994, Seite 230 to 234, wird das workflow-Managementsystem IBM FlowMark beschrieben. Es werden sowohl die Möglichkeiten der Modellierung von Geschäftsprozessen vorgestellt als auch die Ausführung des Workflow-Managements beschrieben. Das Produkt IBM FlowMark kann über die gängigen Vertriebswege der IBM Deutschland beziehungsweise der IBM Corporation er-

worben werden.

Flachere Organisationsstrukturen, wie sie beispielsweise unter dem Begriff "Lean Management" propagiert werden, können nur dann erfolgreich eingeführt werden, wenn die entscheidungstragenden Einheiten alle notwendigen Informationen zur rechten Zeit zur Verfügung haben. Das bedeutet, daß ineffektive Verwaltungsarbeiten, lange Bearbeitungswege und Bearbeitungszeiten genauso verschwinden müssen wie Inscollösungen in der Informationsverarbeitung.

Daraus folgt, daß viele Unternehmen ein Reengineering ihrer Geschäftsprozesse betreiben, um ihre Geschäftsprozesse zu optimieren, eine Automatisierung der Standardgeschäftsprozesse vornehmen, um die Durchführung der Prozesse zu verbessern, und eine Vereinheitlichung der Informationssysteme auf Grundlage einheitlicher und unternehmensweit gültiger Datenmodelle anstreben, um informationsschnell optimale Voraussetzungen zu schaffen.

Die Möglichkeiten moderner Datenbanken, wie beispielsweise der Datenbank IBM Database 2, zur Verteilung der Daten einer logischen Datenbank auf unterschiedliche physikalische Lokationen trifft sich hier in ausgezeichneter Weise mit den beiden oben beschriebenen Unternehmensmaßnahmen und der globalen Struktur vieler Unternehmen; die Datenbank IBM Database 2 kann über die gängigen Vertriebswege der IBM Deutschland beziehungsweise der IBM Corporation erworben werden.

Nachteile des Standes der Technik

Die bestehenden Datenbanksysteme unterstützen zwar die Verteilung der Daten, aber sie geben keinerlei Hilfestellung, wie die Daten, von einer semantischen Seite aus betrachtet, auf die Knoten verteilt werden sollen. Vorgehensmodelle, die von Kundenanfordernissen ausgehend, über ein "Entity-Relationship" Modell (ERM) zu einem physikalischen Datenbankschema kommen, betrachten insbesondere den Aspekt der Verteilung der Daten nicht, oder nur im Hinblick auf die schlechte Möglichkeit ohne Verfahrensanweisungen.

Aufgabe

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Konfiguration einer Datenbank zu optimieren. Die Optimierung soll dabei systemgesteuert möglich sein und insbesondere unter Leistungsgesichtspunkten erfolgen. Weiterhin soll die Optimierung unter Kostengesichtspunkten erfolgen.

Es ist weiterhin die Aufgabe der Erfindung, die Konfiguration einer Datenbank nicht nur statisch vorzunehmen, etwa bei der ersten Inbetriebnahme der Datenbank, sondern dynamisch, d. h. es soll eine systemgesteuerte Rekonfiguration der Datenbank während des Datenbankbetriebes möglich sein.

Lösung der Aufgabe

Die Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Patentansprüchen offenbarten Verfahren, Vorrichtungen und Verwendung gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den zugehörigen abhängigen Patentansprüchen offenbart.

Die Konfiguration der Datenbank wird erfindungsgemäß durch die Information gesteuert welche Prozesse in

welcher Art und in welchem Umfang auf die Datenobjekte der Datenbank zugreifen. Insbesondere wird die Konfiguration von verteilten relationalen Datenbanken gesteuert durch die Information welche Prozesse auf welche Attribute der Relationen mit welcher Häufigkeit lesend und mit welcher Häufigkeit schreibend zugreifen.

Die Konfiguration der Datenbank kann dabei sowohl zum Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme der Datenbank erfolgen; weiterhin ist auch eine dynamische Rekonfiguration der Datenbank während des Datenbankbetriebes möglich, um etwa einem veränderten Datenbankbenutzerverhalten Rechnung zu tragen.

Das im Patentanspruch 1 beschriebene Verfahren löst die Aufgabe der Erfindung durch die Ermittlung und Speicherung der Datenbankzugriffe und durch Teilung der Datenobjekte.

Die Prozesse, die auf die Daten zugreifen, können beispielsweise Anfragen von Benutzern der Datenbank sein oder auch Computerprogramme, die im Zuge ihres Ablaufes auf die Daten der Datenbank zugreifen; insbesondere können es Computerprogramme sein, die durch ein Workflow-Managementsystem gesteuert werden.

Bei der Datenbank kann es sich um eine hierarchische, eine objekt-orientierte oder um eine relationale Datenbank handeln. Die Datenbank kann weiterhin zentralisiert oder verteilt sein. Die Speicherung der Daten erfolgt in digitaler Form und kann in jeder technisch-möglichen Form erfolgen; insbesondere können die Daten auf elektronische Weise wie etwa in Halbleiterspeichern gespeichert werden, auf magnetische Weise, auf optische Weise oder auf eine Kombination dieser Möglichkeiten gespeichert werden.

Die Datenobjekte bestimmen sich nach dem jeweiligen Datenbankschema, d. h. es kann sich dabei beispielsweise um die Baumstruktur eines hierarchischen Datenbankschemas handeln, um die Datenobjekte in einem objekt-orientierten Datenbankschema oder um die Relationen in einem relationalen Datenbankschema.

Das Ermitteln der Zugriffe auf die Datenbank beinhaltet beispielsweise die Ermittlung, ob ein Prozeß lesend oder schreibend auf die Daten der Datenbank zugreift. Werden die Zugriffe eines Workflow-Managementsystems auf die Datenbank betrachtet, so bietet häufig das Workflow-Managementsystem bereits die Möglichkeit, die Zugriffsinformation nach Art und Umfang bereitzustellen. Die Speicherung der Zugriffsinformation kann auf alle bekannten Methoden und Techniken erfolgen, insbesondere ist eine elektronische, magnetische oder optische Speicherung denkbar.

Weiterhin kann die Konfiguration der Datenbank insbesondere durch eine Teilung der Datenobjekte der Datenbank erfolgen. Das Teilen der Datenobjekte kann sowohl mit Redundanz erfolgen, als auch ohne Redundanz erfolgen. Insbesondere ist denkbar, daß die verschiedenen Teile des Datenobjektes jeweils ein Schlüsselement aufweisen, so daß eine Rekonstruktion des ursprünglichen Datenobjektes eindeutig möglich ist.

Das im Patentanspruch 1 offenbarte Verfahren leistet vorteilhaft die Konfiguration einer Datenbank ausgehend von dem logischen Datenbankschema und der Information über die Zugriffe auf die Datenbank. Durch eine Konfiguration nach entsprechenden Kriterien lassen sich die erforderlichen Datenbankressourcen reduzieren, wie beispielsweise Rechenanlagen oder Speichersysteme. Dies hat den Vorteil von geringerem Platzbedarf, geringerem Energieverbrauch, höherer Zuverlässigkeit und geringeren Kosten. Weiterhin läßt sich durch eine Konfiguration nach entsprechenden Kri-

tenien die Leistungsfähigkeit der Datenbank erhöhen bei unveränderten oder sogar reduzierten Kosten für die Datenbankanlage.

In einer Ausgestaltung der Erfindung gemäß dem Verfahren nach Patentanspruch 2 leistet die Erfindung eine dynamische Rekonfiguration der Datenbank. Dies ist vorteilhaft, weil dadurch die Datenbankkonfiguration dynamisch den Veränderungen der Datenbankanfragen angepaßt werden kann. Dadurch wird vorteilhaft ein gleichbleibend hoher Standard der Datenbank beispielsweise bezüglich Leistung, Zuverlässigkeit und Kosten gewährleistet.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentanspruch 3 wird ein Datenobjekt geteilt, auf das zwei Prozesse gleichzeitig zugreifen wollen. Dies ist vorteilhaft, weil dadurch die Leistungsfähigkeit der Datenbank erhöht wird; die Blockierung eines Datenobjektes für alle weiteren Datenbankprozesse durch einen Prozeß, der nur auf einen Teil des Datenobjektes zugreift, wird durch die Merkmale des Patentanspruches 3 verhindert.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentanspruch 4 bietet die relationale Datenbank den Vorteil, daß die relationale Abbildung der Daten in der Datenbank der Realität näher kommt als viele andere logische Datenbankmodelle. Dies erlaubt eine hohe Bearbeitungsgeschwindigkeit der Datenbankzugriffe. Den Datenobjekten entsprechen Relationen, die Attribute aufweisen. Dem Teilen der Datenobjekte entspricht ein Teilen der Relationen, wobei jeder Teil ein Schlüsselattribut erhält, damit die Rekonstruktion der Gesamtrelation eindeutig und vollständig möglich ist. Insbesondere kann eine Relation geteilt werden, wenn zwei Prozeß versuchen gleichzeitig versuchen, auf ein Attribut zuzugreifen. Dadurch können zukünftig vorteilhaft beide Prozesse gleichzeitig auf jeweils einen Teil der Relation zugreifen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentanspruch 5 handelt es sich bei der Datenbank um eine verteilte Datenbank. Dies ist vorteilhaft, weil viele Datenbank Anwendungen auf verschiedenen Orten verteilt sind, so daß sich durch eine verteilte Datenbank nicht nur die Leistungsfähigkeit der Datenbank durch kürzere Datenübertragungswege erhöhen läßt, sondern auch die Datenübertragungskosten reduzieren lassen. Das erfindungsgemäße Verfahren verteilt hierzu Datenobjekte und Teile von Datenobjekten und allokiert diese Datenobjekte an den entsprechenden Orten. Der Einsatz verteilter Datenbanken bietet weiterhin Vorteile, da kleinere Rechen- und Speichereinheiten eingesetzt werden können, die eine hohe Zuverlässigkeit, eine hohe Verfügbarkeit und nur geringe Anschaffungs- und Betriebskosten erfordern.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentanspruch 6 wird für die Konfiguration der Datenbank die Information über den Ort der Datenbankzugriffe ermittelt, gespeichert und verwendet. Dies ist vorteilhaft, da hierdurch bei verteilten Datenbanken ein wichtiges Kriterium für die Konfiguration der verteilten Datenbank berücksichtigt werden kann. Diese Ortsinformation kann gegebenenfalls vorteilhaft von einem Workflow-Managementsystem bereitgestellt werden, welches diese Information, zumindest teilweise, bereits abgespeichert hat.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentansprüchen 7 und 8 handelt es sich um eine verteilte relationale Datenbank. Die Bearbeitung der Informationen in Matrixform ist vorteilhaft, da hier-

durch komplexe Berechnungen mit geringem Adressierungs- und damit Zeitaufwand durchführen lassen. Weiterhin ist vorteilhaft, daß die Ergebnismatrix alle für eine Konfiguration der Datenbank relevanten Daten in übersichtlicher und leicht verarbeitbarer Weise enthält.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß des Patentanspruches 9 wird auf die Ergebnismatrix eine Bewertungsfunktion angewandt. Dies ist vorteilhaft, da sich dadurch die Konfiguration der Datenbank entsprechend der jeweiligen Bewertungsfunktion steuern und optimieren läßt. So kann beispielsweise durch eine entsprechende erste Bewertungsfunktion die Konfiguration der Datenbank gezielt auf kurze Bearbeitungszeiten optimiert werden. Ebenso kann beispielsweise eine entsprechende zweite Bewertungsfunktion die Konfiguration der Datenbank hinsichtlich geringer Übertragungs- oder Vorhaltekosten für die Daten optimiert werden. Weitere Bewertungsfunktionen können sicherheitsrelevante Aspekte, unternehmensspezifische Aspekte, lokalspezifische Aspekte, Priorisierungen und ähnliches berücksichtigen. Es sind auch beliebige Mischformen denkbar.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung gemäß des Patentanspruches 10 wird eine Verteilungsfunktion eingesetzt, um die Verteilung der Datenobjekte zu bestimmen. Diese Verteilungsfunktion kann eine Verteilung nach den unterschiedlichen Gesichtspunkten bestimmen, die sich zudem verändern lassen.

Die Bewertungs- und Verteilungsfunktionen werden auf die Ergebnismatrix nach den aus der Mathematik bekannten Regeln der Matrizenrechnung angewandt und erlauben daher vorteilhaft eine Berücksichtigung komplexer Situationen in kurzer Zeit mit nur geringem Rechenaufwand. Weiterhin ist es vorteilhaft, daß die Bewertungs- und Verteilungsfunktionen an sich ändernde Randbedingungen einfach angepaßt werden können, und somit mit geringem Aufwand eine dynamische Rekonfiguration des Datenbanksystems gewährleistet ist.

Die in den Patentansprüchen 11 bis 16 beschriebenen Vorrichtungen offenbaren insbesondere ein Computersystem, welches in der Lage ist, das Verfahren auszuführen, wie es in den Patentansprüchen 1 bis 10 beschrieben ist. Demzufolge gelten für die Vorrichtungen die Vorteile, die bereits zu den zugehörigen Verfahren genannt wurden.

Ebenso gelten für den im Patentanspruch 17 beschriebenen Datenträger die Vorteile, die bereits zu den zugehörigen Verfahren genannt wurden.

Des weiteren betrifft die Erfindung gemäß dem Patentanspruch 18 die Verwendung der Information über Datenzugriffe auf eine Datenbank für die Konfiguration der Datenbank. Dies ist vorteilhaft, da hierdurch genau die Konfiguration der Datenbank bestimmt wird, die für die aktuell ablaufenden Datenbankabfragen optimal ist. Dies ist weiterhin vorteilhaft, da hierdurch eine dynamische Rekonfiguration der Datenbank mit geringem Aufwand, automatisierbar und flexibel möglich ist.

Figurenbeschreibung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 zeigt eine Datenbank, auf welche verschiedene Prozesse zugreifen,

Fig. 2 zeigt eine verteilte Datenbank, in welcher die Daten der Datenbank auf Speicherstellen verteilt sind,

Fig. 3 zeigt den schematischen Ablauf des erfinderschen Verfahrens zur Konfiguration einer Datenbank.

Fig. 4 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, wenn es sich bei der Datenbank um eine verteilte relationale Datenbank handelt.

Fig. 5 zeigt eine Vorrichtung 510 zur Teilung von Datenobjekten in einer Datenbank.

Fig. 6A bis 6C zeigen welche Subgeschäftsprozesse mit welcher Häufigkeit auf die Attribute zugreifen.

Fig. 7A bis 7C zeigen mit welcher Häufigkeit die Subgeschäftsprozesse auf Orte zugreifen.

Fig. 8 zeigt die Verhältnisse zwischen Orten und Attributen für den Vorgang des Schreibzugriffs.

Fig. 9A bis 9C zeigen die Verhältnisse zwischen Orten und Attributen für den Vorgang des Lesezugriffs.

Fig. 10 zeigt die Verhältnisse zwischen Orten und Attributen für die Gesamtzugriffe.

Fig. 11 zeigt die Gesamtkosten gemäß dem Verfahren des Zeilenoptimums.

Fig. 12 zeigt die Gesamtkosten gemäß dem Verfahren des Spaltenoptimums.

Fig. 13 zeigt Cluster von Attributen an Orten auf der Grundlage der Geschäftsprozesse.

Fig. 14 zeigt ausgewählte Cluster von Attributen an Orten auf der Grundlage der Geschäftsprozesse.

Fig. 15 zeigt eine Kostenbewertung ausgewählter Cluster von Attributen an Orten auf der Grundlage der Geschäftsprozesse.

Die Fig. 1 zeigt eine Datenbank 110, auf welche die Prozesse 101, 102 und 103 zugreifen. Die Prozesse kommunizieren dabei jeweils mit der Benutzeroberfläche 111 der Datenbank 110. Das Datenbankmanagement 112 verwaltet die Daten der Datenbank 110, die auf den Speichermitteln 113, 114 gespeichert sind. Unter das Verwalten der Datenbank fällt dabei auch das Konfigurieren, das heißt beispielsweise das Festlegen auf welchem Speichermittel 113, 114 in welcher Art und in welcher Struktur die Daten gespeichert werden. Die Prozesse 101, 102 und 103 können dabei sowohl Benutzeranfragen gegen die Datenbank 110 sein oder Computerprogramme, die auf die Datenbank 110 zugreifen. Insbesondere können diese Prozesse 101, 102 und 103 auch Geschäftsprozesse eines Unternehmens sein, die von einem Workflow-Managementsystem gesteuert sind und als Benutzerinteraktionen oder als Anwendungsprogramme auf die Datenbank 110 zugreifen.

Die Fig. 2 zeigt eine verteilte Datenbank 210, in welcher die Daten der Datenbank 210 auf den Speichermitteln 221, 222 und 223 verteilt sind. Die Speichermittel 221, 222 und 223 können dabei sowohl innerhalb eines Datenbankrechners verteilt sein, auf verschiedene Datenbankrechner an einem gemeinsamen Ort verteilt sein, auf verschiedenen Datenbankrechnern an verschiedenen Orten verteilt sein oder auch global verteilt sein. Die Verteilung der Daten beziehungsweise der Speichermittel reflektiert dabei jeweils die Anwendung der Datenbank beziehungsweise die Verteilung der Prozesse 201, 202 und 203, welche auf die verteilte Datenbank 210 zugreifen. Die Speichermittel 221, 222 und 223 kommunizieren dabei untereinander über entsprechende Datenleitungen 230. Diese Datenleitungen 230 können sowohl nur innerhalb des Gehäuses eines Datenbankrechners existieren oder können staatenübergreifende Datenleitungen sein, wie beispielsweise herkömmliche Telefonleitungen. Der Datenaustausch kann drahtgebunden oder drahtlos, elektronisch oder optisch erfolgen.

Die Fig. 3 zeigt den schematischen Ablauf des erfinderschen Verfahrens zur Konfiguration einer Datenbank.

Hierbei werden zunächst die Zugriffe auf die Datenobjekte der Datenbank erfaßt 301. Anschließend werden diese Zugriffe auf einem Speichermittel 303 gespeichert 302. Abschließend erfolgt die Konfiguration der Datenbank unter Verwendung der Information über die Zugriffe auf die Datenobjekte der Datenbank 304. Die Konfiguration kann dabei durch das Datenbankmanagement 112 der Datenbank 110 (siehe Fig. 1) erfolgen oder durch Datenbank-externe Steuervorrichtungen erfolgen.

Die Fig. 4 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, wenn es sich bei der Datenbank um eine verteilte relationale Datenbank handelt, auf die Geschäftsprozesse zugreifen. In diesem Fall wird in einem ersten Informationsblock in Form einer ersten Matrix 401 die Information 411 abgespeichert, welcher Geschäftsprozeß auf welche Attribute einer Relation der verteilten relationalen Datenbank wie häufig und in welcher Art zugegriffen wird. Hinsichtlich der Zugriffsart wird beispielsweise zwischen lesenden und schreibenden Zugriffen unterschieden. In einem zweiten Informationsblock wird in Form einer zweiten Matrix 402 die Information 412 abgespeichert, an welchem Ort welcher Geschäftsprozeß mit welcher Häufigkeit stattfindet.

Die erste Matrix 401 wird entsprechend den mathematischen Regeln zur Matrizenrechnung mit der zweiten Matrix 402 multipliziert, so daß eine Ergebnismatrix 403 entsteht, welche die Information 413 enthält, von welchem Ort auf welches Attribut einer Relation einer verteilten relationalen Datenbank mit welcher Häufigkeit und in welcher Art zugegriffen wird.

Auf diese Information 413 wird nun in einem weiteren Schritt eine Bewertungsfunktion 404 angewandt, so daß eine bewertete Ergebnismatrix entsteht. Diese Bewertungsfunktion 404 berücksichtigt beispielsweise die Geschwindigkeit, mit der von einem bestimmten Ort auf ein bestimmtes Attribut der Relation zugegriffen werden kann. Weiterhin kann diese Bewertungsfunktion 404 berücksichtigen, welche Übertragungskosten für die Übertragung eines Attributes vom Ort der Speicherung dieses Attributes zum Ort des Geschäftsprozesses, der dieses Attribut abfragt, benötigt. Weiterhin kann diese Bewertungsfunktion berücksichtigen, welche Speicherkosten an einem Ort für die Speicherung eines bestimmten Attributes erforderlich sind.

Anschließend wird auf die bewertete Ergebnismatrix eine Verteilungsfunktion 405 angewandt, die eine Verteilung der Relationen auf die verschiedenen Speichermittel beziehungsweise auf die verschiedenen Speicherorte der verteilten relationalen Datenbank bestimmt. Diese Verteilungsfunktion 405 berücksichtigt beispielsweise spezifische Datenbankstrukturen, existierende Rechnerverbünde, die Verfügbarkeit bestehender Verbindungsleitungen, oder auch unternehmensspezifische Strukturen, Prioritäten, Gegebenheiten oder Erfordernisse. Während des Konfigurierens 406 der Datenbank werden die Daten auf die verschiedenen Speichermittel verteilt. Die Verteilungsfunktion 405 kann bei Bedarf beziehungsweise nach Möglichkeit auch direkt auf der Basis der Ergebnismatrix 403 erfolgen; die Anwendung einer Bewertungsfunktion 404 ist als eine Option des erfinderschen Verfahrens zu betrachten.

Die Fig. 5 zeigt eine Vorrichtung 510 zur Teilung von Datenobjekten in einer Datenbank 110. Bezüglich der Datenbank 110 gelten die zur Fig. 1 gemachten Angaben. Durch die Vorrichtung 510 werden die Zugriffe der Prozesse 101, 102 und 103 auf die Datenobjekte über

eine Datenverbindung 540 ermittelt. Die Vorrichtung 510 wird vorzugsweise durch ein Computersystem realisiert und weist eine Recheneinheit 530 und Speichermittel 520 auf. Über Steuerleitungen 550 steuert die Vorrichtung 510 das Datenbankmanagement 112 der Datenbank 110 und auf diesem Wege die Teilung beziehungsweise Verteilung der Datenobjekte in der Datenbank 110.

Die folgenden Figuren zeigen ein Ausführungsbeispiel für die Konfiguration einer verteilten relationalen Datenbank, beispielsweise auf die Produktdatenbank eines multinationalen tätigen Unternehmens. In diesem Beispiel greifen sieben Subgeschäftsprozesse sg1 bis sg7 auf die acht Attribute Auftrags #, Kunden #, Produkt #, Datum, APos, APosWert, GAWert und AStatus der Relation AUFTRAG zu. Auf die Datenbank wird in den Orten Berlin, London und Tokio zugegriffen.

Subgeschäftsprozesse sind Einheiten in einem oder mehreren Geschäftsprozessen, die als kleinste Einheiten betrachtet werden, welche auf Daten zugreifen. Falls noch keine Geschäftsprozesse oder Subgeschäftsprozesse definiert sind, werden diese aus den Anwendungen abgeleitet. Im Folgenden wird der Zugriff der Subgeschäftsprozesse auf die einzelnen Attribute einer Relation erfaßt. Dieser Schritt ist notwendig, da es abhängig vom benutzten Optimierungsverfahren notwendig sein kann, Clusterungen der Attribute einer Relation zu betrachten, um Einheiten innerhalb einer Relation, die gemeinsam von Subgeschäftsprozessen bearbeitet werden, möglichst nicht auseinanderzureißen.

Die Wahl des Zeitraums ist abhängig von den untersuchten Geschäftsprozessen und daher nicht allgemeingültig festlegbar. Beispielsweise kann man ein Geschäftsjahr eines Unternehmens als Zeitraum ansetzen, wenn auch der Jahresabschluß beispielsweise mit in die Betrachtungen einbezogen werden soll. Ist ein solch langer Zeitraum nicht notwendigerweise zu betrachten, kann man auch auf Tage oder kürzere Zeiträume gehen. Wichtig ist lediglich, daß der Zeitraum eine Maßeinheit innerhalb der Untersuchung ist, der als normiert zu betrachten ist.

Es wird zwischen unterschiedlichen Lesezugriffen auf Attribute unterschieden: L1 bezeichnet im folgenden Text einen Lesezugriff, der für ein Datenupdate beziehungsweise eine Datenlöschung gebraucht wird. In der Fig. 6A ist in Matrixform die Information dargestellt, welcher Subgeschäftsprozeß auf welches Attribut der Relation AUFTRAG mit welcher Häufigkeit L1-lesend zugreift.

Davon unterschieden wird der Lesezugriff L2, der dazu benutzt wird, das "nur" Lesen zu erfassen. Aus datenbanktechnischen Gründen ist diese Unterscheidung notwendig. In Fig. 6B ist in Matrixform die Information dargestellt, welcher Subgeschäftsprozeß auf welches Attribut der Relation AUFTRAG mit welcher Häufigkeit L2-lesend zugreift.

Weiterhin wird von den Lesezugriffen ein Schreibzugriff S unterschieden. In Fig. 6C ist in Matrixform die Information dargestellt, welcher Subgeschäftsprozeß auf welches Attribut der Relation AUFTRAG mit welcher Häufigkeit schreibend zugreift.

In dem nun folgenden Schritt werden die Zugriffshäufigkeiten der Subgeschäftsprozesse an den verschiedenen Orten untersucht. In der Fig. 7A ist in Matrixform die Information dargestellt, an welchem Ort die Subgeschäftsprozesse mit welcher Häufigkeit L1-lesend zugreifen.

Entsprechend ist in der Fig. 7B die Information dar-

gestellt, an welchem Ort die Subgeschäftsprozesse mit welcher Häufigkeit L2-lesend zugreifen.

Weiterhin ist in der Fig. 7C die Information dargestellt, an welchem Ort die Subgeschäftsprozesse mit welcher Häufigkeit schreibend zugreifen.

Mit dem beschriebenen ersten Schritt, der Ermittlung des Verhältnisses von Subgeschäftsprozessen zu Attributen einer Relation, und dem beschriebenen zweiten Schritt, der Ermittlung des Zusammenhanges von Subgeschäftsprozessen und Orten, läßt sich ein Verhältnis von Orten und Attributen ableiten, das grundlegend ist für die Verteilung der Daten, weil es eben genau die notwendige Information Ort: Attribute/Relation enthält.

Es wird die in der Fig. 8 dargestellte Matrix durch eine Multiplikation der Matrix in Fig. 6C mit der Matrix in Fig. 7C berechnet. Diese in Fig. 8 dargestellte Matrix enthält die Information, mit welcher Häufigkeit von welchen Orten auf die einzelnen Attribute der Relation AUFTRAG schreibend zugegriffen wird.

Ähnlich wie im Falle der schreibenden Zugriffe, wird auch im Falle der Lesenden Zugriffe verfahren. Einzige Ausnahme ist, daß zunächst die Matrizen für L1-lesen und L2-lesen für die Verbindung Geschäftsprozeß zu Attribut addiert werden, das heißt, es werden die Matrizen aus den Fig. 6A und 6B addiert; die resultierende erste Summenmatrix ist in der Fig. 9A dargestellt.

Anschließend werden die Matrizen L1-lesen und L2-lesen für die Verbindung Geschäftsprozesse und Orte addiert, das heißt es werden die Matrizen aus den Fig. 7A und 7B addiert; die resultierende zweite Summenmatrix ist in der Fig. 9B dargestellt.

Anschließend wird die in der Fig. 9C dargestellte Matrix durch eine Multiplikation der ersten und zweiten Summenmatrizen aus den Fig. 9A und 9B berechnet. Diese in Fig. 9C dargestellte Matrix enthält die Information, mit welcher Häufigkeit von welchen Orten auf die einzelnen Attribute der Relation AUFTRAG lesend zugegriffen wird.

Im Folgenden wird das Verfahren zur Datenverteilung auf unterschiedliche Orte beispielhaft beschrieben. Basierend auf der Matrix der Fig. 8 hinsichtlich der schreibenden Zugriffe und der Matrix der Fig. 9C hinsichtlich der lesenden Zugriffe wird nun eine Matrix der Gesamtzugriffe ermittelt. An dieser Stelle wird die Unterscheidung in lesende und schreibende Zugriffe relevant. Es werden nun Parameter α und δ eingeführt, die eine Gewichtung zwischen Lesen und Schreiben herstellen. Diese Parametrisierung trägt dem Umstand Rechnung, daß beispielsweise eine Verteilung der Daten nur unter Berücksichtigung des Lesens beziehungsweise des Schreibens denkbar ist, oder eine Verteilung, die diese beiden Vorgänge in unterschiedlichsten Wertungen berücksichtigt. Über die beiden Parameter kann auch der unterschiedliche Übertragungsaufwand von Lesen und Schreiben berücksichtigt werden.

Im vorliegenden Beispiel sind die Parameter α und δ so gewählt, daß den Schreibzugriffen doppelt so viel Bedeutung gegeben wird, bezogen auf die Lesezugriffe. Die Lesezugriffe werden somit mit einem Parameter $\alpha = 0,33$ gewichtet, wogegen die Schreibzugriffe mit einem Parameter $\delta = 0,67$ gewichtet werden. Daraus ergibt sich die Matrix der Gesamtzugriffe für die Relation AUFTRAG wie in der Fig. 10 dargestellt. Diese Matrix bildet die Basis für die weiteren Betrachtungen.

Wenn in den folgenden Überlegungen von der oben ermittelten Matrix der Gesamtzugriffe ausgegangen wird, in der die unterschiedlichen Zugriffsarten verein-

nigt sind dann stellt dies eine Vereinfachung dar, um die Übersichtlichkeit des erfinderischen Verfahrens zu erhalten. Zweifellos könnte man die Kostenbetrachtungen, die in die Bewertungsfunktion eingehen (siehe die nachfolgend beschriebenen Kostenfunktionen), auch auf der Basis der unterschiedlichen Zugriffswesen machen; die dadurch erzeugte Komplexität stellt aber in Bezug auf die Erfindung keine neue Qualität dar, sondern ist lediglich eine Verfeinerung.

Für die Ermittlung der optimalen Verteilung innerhalb der vorgestellten Verfahren und letztlich über die Verfahren hinaus zu einem globalen Optimum benötigt man die Definition einer Kostenfunktion. Dabei können berücksichtigt werden:

die Gesamtkosten eines bestimmten Attributes der Relation bei Speicherung an einem bestimmten Ort, die Speicherkosten des Attributes der Relation an diesem Ort, wobei die Speicherkosten ortsabhängig variieren können,

die Zugriffskosten des Attributes der Relation an diesem Ort von einem anderen Ort, wobei die Zugriffskosten auch die Übertragungskosten beinhalten und daher je nach Ort unterschiedlich behandelt werden müssen, die Zugriffshäufigkeit des Attributes der Relation an diesem Ort von einem anderen Ort, das durchschnittliche Datentransfervolumen bei Zugriff auf das Attribut der Relation an diesem Ort von einem anderen Ort, und die Speicherkosten des Attributes der Relation an diesem Ort.

Im vorliegenden Beispiel werden aus Gründen der Übersichtlichkeit und Einfachheit folgende Annahmen gemacht:

die Speicherkosten sollen nicht berücksichtigt werden, die Zugriffskosten an den verschiedenen Orten sollen nicht unterschiedlich sein, und das Datenvolumen soll nicht berücksichtigt werden.

Damit ergibt sich ausgehend von der in der Fig. 10 dargestellten Matrix die in der Fig. 11 dargestellte bewertete Ergebnismatrix.

Folgende Vorgehensweisen zur Verteilung der Daten sollen betrachtet werden:

Verfahren des Zeilenoptimums: Ein Attribut einer Relation wird dem Ort zugewiesen, an dem die geringsten Kosten entstehen.

Verfahren des Spaltenoptimums: Die Gesamtheit der Zugriffe auf eine Relation an einem Ort wird betrachtet, und es wird die Relation als Ganzes an den Ort gelegt, der die geringsten Gesamtkosten hat.

Vollständiges Attributclustering: Es werden alle möglichen Cluster von Attributen einer Relation gebildet und auf die unterschiedlichen Orte verteilt. Die dabei entstehende Menge von Verteilungsvarianten wächst exponentiell und ist daher rechnerintensiv. Das Verfahren des Zeilenmaximums und das Verfahren des Spaltenmaximums sind Spezialfälle dieses maximalen Clusterings.

Attributclustering auf der Grundlage der Geschäftsprozesse: Um dem Problem der exponentiell wachsenden Anzahl von Clustern der zuvor beschriebenen Vorgehensweise zu entgehen, wird hier ein Filter vorgeschaltet, der aus den Geschäftsprozessen selber abgeleitet wird. Es werden nur die Verteilungen von Clustern und Orten betrachtet, die von den Geschäftsprozessen auch wirklich benutzt werden.

Jedes vertikale Fragment muß das Schlüsselattribut als zusätzliches Attribut bekommen. Die Möglichkeit von Kopien und des horizontalen Splittings werden

nicht betrachtet.

Die folgenden Ausführungen zu den Verteilungsverfahren führen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die Ermittlung der optimalen Verteilung erfolgt mittels der Kostenfunktion. Die Kostenfunktion wird auf die einzelnen Attribute und ihre möglichen Orte der Verteilung angewandt, so daß eine neue Matrix entsteht, in der pro Ort und Attribut die jeweiligen Kosten stehen, die den anderen Orten entstehen, wenn sie auf diesen Ort zugreifen müssen und zusätzlich die Speicherkosten an diesem Ort.

Das Verfahren des Zeilenoptimums beruht auf dem Konzept, daß das Attribut einer Relation an dem Ort sein soll, an dem die Kosten für dieses Attribut minimal sind.

Die Bewertungsfunktion wird dabei auf die einfachen Cluster angewandt, sprich einzelne Attribute. Das bedeutet, man muß pro Attribut der Relation bewertet mit der Kostenfunktion den zugehörigen Index des Zeilenoptimums bestimmen. Der Index gibt dann Auskunft, an welchem Ort welches Attribut gespeichert werden soll. Ist das Ergebnis nicht eindeutig, kann die Auswahl unter den verschiedenen gleichwertigen Minimalen beispielsweise nach dem kleinsten Spaltenrang erfolgen. Wesentlich ist lediglich, daß das Auswahlresultat eindeutig ist. Mit dem Verfahren des Zeilenoptimums liegt ein erster Verteilungsvorschlag vor.

Im vorliegenden Beispiel ergibt das Verfahren des Zeilenmaximums ausgehend von der Matrix der Fig. 11 eine physikalische Verteilung der Attribute der Relation AUFTRAG wie folgt:

Berlin: Produkt #, Datum und APosWert, sowie Tokyo: Auftrags #, Kunden #, APos, GAWert und AStatus.

Die Gesamtkosten belaufen sich auf 18 100,9 Kosteneinheiten.

Das Verfahren des Spaltenoptimums beruht auf dem Konzept, daß jeweils die gesamten Relationen an den Ort gelegt werden, der insgesamt die geringsten Kosten hat. Das bedeutet, man muß die Summe der Kosten pro Ort bilden und dann das Minimum auswählen. Ausgangspunkt dieses Verfahrens ist die in der Fig. 11 dargestellte bewertete Ergebnismatrix, welche durch die Gesamtkostenfunktion erzeugt wurde. Falls das Minimum nicht eindeutig einen Ort bestimmt, müssen andere Kriterien gefunden werden. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich die in der Fig. 12 dargestellte Matrix. Dem Verfahren des Spaltenoptimums zufolge müßte die gesamte Relation AUFTRAG nach Berlin gelegt werden. Die Gesamtkosten betragen in diesem Fall 20 318,4 Kosteneinheiten.

Das Verfahren des Attributclustering zur Erzeugung unikat, vertikaler Splits wird in zwei Verfahren durchgeführt. Im ersten Verfahren wird die Menge aller möglicher Kombinationen von Attributen einer Relation betrachtet und eine Funktion definiert, die danach systematisch in allen Kombinationen auf die möglichen Orte verteilt werden. Dieses Verfahren wird im Folgenden als "Vollständiges Attributcluster" bezeichnet. Über die Bewertungsfunktion wird die Verteilungsvariante mit den geringsten Kosten ausgewählt.

Im zweiten Fall wird zunächst untersucht, welche Cluster überhaupt von Subgeschäftsprozessen benutzt werden und an welchen Orten jeweils. Der Einfachheit halber wird bei den Clustern nicht zwischen Lesen und Schreiben unterschieden.

Es soll eine Relation mit einer bestimmten Anzahl von Attributen unikat gesplittet werden. Der Schlüssel der

Relation soll aus nur einem Attribut bestehen, wobei sich das Verfahren nicht ändert bei Schlüsseln, die aus mehreren Attributen einer Relation bestehen, weil der Schlüssel als Gesamtheit Teil jedes Fragmentes ist. Die Anzahl der möglichen Cluster beim vollständigen Attributclustering ergibt sich als Mächtigkeit der Menge der Kombinationen v^n Elementen ohne Wiederholung ohne Berücksichtigung der Anordnung.

Die möglichen Cluster müssen nun so gewählt werden, daß eine vollständige Überdeckung der Relation entsteht. Diese möglichen vollständigen Überdeckungen müssen im letzten Schritt über die Orte permutiert werden. Auf die so entstandenen Verteilungen der Cluster auf Orte kann nun die Bewertungsfunktion angewandt werden, die die entstehenden Kosten dieser Clusterverteilung berechnet. Die Auswahl des optimalen Clusters erfolgt nach dem Prinzip der geringsten Kosten, im Falle von Kostengleichheit für Cluster müssen andere Entscheidungskriterien gefunden werden.

Das bisher vorgestellte Verfahren versucht eine Optimierung über alle möglichen Kombinationen von Clustern und deren Verteilungen auf die Orte. Alleine die Anzahl möglicher Cluster ohne Berücksichtigung der Kombinationen dieser Cluster auf verschiedene Orte für nur eine Relation wächst exponentiell. Aus diesem Grunde wird ein Filter vorgeschlagen, der von vornherein nur die Cluster berücksichtigt, die auch wirklich von den Geschäftsprozessen benutzt werden.

Im Unterschied zu den exponentiell wachsenden Möglichkeiten bei dem Verfahren des vollständigen Attributclustering wird in dem Verfahren des Attributclustering auf Grundlage der Geschäftsprozesse der Raum der potentiellen Cluster durch die Geschäftsprozesse eingeschränkt. Wird ein Cluster von Attributen einer Relation nur an einem Ort benötigt, dann macht es auch keinen Sinn, dieses Cluster als solches an andere Orte zu legen. Unbenommen hiervon ist die Möglichkeit, daß aufgrund von Teilmengenbeziehungen zwischen den Clustern eine Obermenge eines Clusters an einem Ort liegen kann, an dem das Cluster der Untergruppe nicht nachgefragt wird. Dabei stellt die Einschränkung auf die wirklich durch die Geschäftsprozesse benutzten Cluster eine sinnvolle Reduktion der Möglichkeiten dar.

Attribute, die nicht zu einem Cluster eines Geschäftsprozesses gehören, können entweder in allen möglichen Kombinationen auf die verbleibenden Orte verteilt werden, oder als ein sinnvoller Sonderfall hiervon als Block auf die anderen Orte verteilt werden. Dieser Sonderfall ist insofern sinnvoll, als er möglichst große Blöcke von Attributen schafft. Im Anschluß an die Definition der möglichen Verteilungen auf die Orte wird mit der Bewertungsfunktion die optimale Verteilung wie schon in dem Verfahren des vollständigen Attributclustering bestimmt.

Im vorliegenden Beispiel ergeben sich die in der Matrix der Fig. 13 dargestellten Cluster aus den Matrizen der Fig. 6A, 6B, 6C, 7A, 7B und 7C. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden nur die Indizes der Attribute der Relation AUFTRAG benutzt.

Damit ergibt sich unter Berücksichtigung, daß das Schlüsselattribut "1" immer Teil des Fragmentes sein muß und daß die restlichen Attribute beispielhaft komplett an die verbleibenden Orte gelegt werden, dies entspricht dem beschriebenen Sonderfall, die in der Fig. 14 dargestellte Matrix.

Wird auf die Matrix der Fig. 14 die Bewertungsfunktion angewandt, resultiert die in der Fig. 15 dargestellte

bewertete Ergebnismatrix. Als optimale Verteilung der Attribute folgt aus dieser Matrix:

Berlin: Auftrags#, Produkt#, Datum und APosWert, sowie

5 Tokyo: Auftrags#, Kunden#, APos, GAWert und AStatus.

Die Gesamtkosten belaufen sich auf 18 100,9 Kosteneinheiten.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Konfigurieren einer Datenbank (110), wobei die Datenbank (110) Datenobjekte aufweist, die Datenobjekte durch digitale Daten repräsentiert werden, und Prozesse (101, 102, 103) auf die Datenobjekte zugreifen, gekennzeichnet dadurch, daß das Verfahren folgende Schritte aufweist:
Ermitteln (301) der Zugriffe der Prozesse auf die Datenobjekte,
Speichern (302) der ermittelten Zugriffe in einem ersten Informationsblock (303), und
Konfigurieren (304) der Datenbank (110) unter Auswertung der Information in dem ersten Informationsblock (303).
2. Das Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei das Konfigurieren (304) der Datenbank (110) dynamisch während des Betriebes der Datenbank (110) erfolgt, und das Konfigurieren (304) der Datenbank (110) durch ein Teilen der Datenobjekte erfolgt.
3. Das Verfahren nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei das Datenobjekt geteilt wird, wenn mindestens zwei Prozesse versuchen, gleichzeitig auf das Datenobjekt zuzugreifen.
4. Das Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, wobei die Datenbank (110) eine relationale Datenbank ist, die Datenobjekte Relationen der relationalen Datenbank sind, die Relationen Attribute aufweisen, die Prozesse (101, 102, 103) auf Attribute der Relationen zugreifen, und die Zugriffe der Prozesse auf die Attribute der Relationen ermittelt werden.
5. Das Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, wobei die Datenbank (110) eine verteilte Datenbank (210) ist, die Datenobjekte der verteilten Datenbank (210) sich auf verschiedenen Speichermitteln (221, 222, 223) befinden, und das Verfahren weiterhin den Schritt aufweist:
Allokieren des Datenobjektes als Ganzes auf einem Speichermittel der Datenbank, oder
Allokieren der Teile des Datenobjektes auf verschiedenen Speichermitteln der Datenbank.
6. Das Verfahren nach Patentanspruch 5, weiterhin die Schritte aufweisend:
Ermitteln an welchem Ort die Prozesse ablaufen,
Speichern der ermittelten Ortsinformation in einem zweiten Informationsblock, und
Verknüpfen der Information des ersten Informationsblockes mit der Information des zweiten Informationsblockes für eine Entscheidung über die Teilung der Datenobjekte und für eine Entscheidung

über das Allokieren von Teilen der Datenobjekte.

7. Das Verfahren nach Patentanspruch 6, wobei die verteilte Datenbank eine verteilte relationale Datenbank ist.

8. Das Verfahren nach Patentanspruch 7, wobei der erste Informationsblock in einer ersten Matrix (401) die Information enthält, welcher Prozeß auf welches Attribut der Relation wie oft lesend zugreift und wie oft schreibend zugreift, der zweite Informationsblock in einer zweiten Matrix (402) die Information enthält, an welchem Ort mit welcher Häufigkeit welcher Prozeß abläuft, und

die erste und die zweite Matrix miteinander multipliziert werden und eine Ergebnismatrix (403) berechnet wird, wobei

die Ergebnismatrix Information (413) enthält, von welchem Ort auf welches Attribut der Relation mit welcher Häufigkeit lesend zugegriffen wird und mit welcher Häufigkeit schreibend zugegriffen wird.

9. Das Verfahren nach Patentanspruch 8, wobei auf die Ergebnismatrix (403) mindestens eine Bewertungsfunktion (404) angewandt wird, und eine bewertete Ergebnismatrix berechnet wird.

10. Das Verfahren nach Patentanspruch 8 oder 9, wobei auf die Ergebnismatrix (403) oder auf die bewertete Ergebnismatrix eine Verteilungsfunktion (405) angewandt wird, welche die Teilung der Datenobjekte bestimmt und welche die Verteilung der Teile der Datenobjekte auf die verschiedenen Speichermittel der verteilten Datenbank (210) bestimmt.

11. Eine Vorrichtung (510) zum Konfigurieren einer Datenbank (110), wobei die Datenobjekte durch digitale Daten repräsentiert werden, und Prozesse (101, 102, 103) auf die Datenobjekte zugreifen, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (510) aufweist:

erste Mittel (530, 540), die den Zugriff der Prozesse auf die Datenobjekte ermitteln, erste Speichermittel (520), welche die Zugriffe der Prozesse auf die Datenobjekte in einem ersten Informationsblock speichern, und Mittel zur Konfiguration der Datenbank unter Verwendung der Information in dem ersten Informationsblock.

12. Die Vorrichtung (510) nach Patentanspruch 11, wobei die Datenbank (110) eine relationale Datenbank ist, die Datenobjekte Relationen der relationalen Datenbank sind, die Relationen Attribute aufweisen, die Prozesse (101, 102, 103) auf Attribute der Relationen zugreifen, und die Zugriffe der Prozesse auf die Attribute der Relationen ermittelt werden.

13. Die Vorrichtung (510) nach Patentanspruch 11 oder 12, wobei die Datenbank (110) eine verteilte Datenbank (210) ist und

die Vorrichtung weiterhin aufweist: Mittel zum Allokieren des Datenobjektes als Ganzes auf einem Speichermittel der Datenbank, oder Mittel zum Allokieren der Teile des Datenobjektes auf verschiedenen Speichermitteln der Datenbank.

14. Die Vorrichtung (510) nach Patentanspruch 13,

weiterhin aufweisend:

zweite Mittel, die als eine zweite Information ermitteln, an welchen Orten die Prozesse ablaufen, zweite Speichermittel, welche die zweiten Informationen abspeichern, und

erste Rechenmittel, welche die ersten Informationen und die zweiten Informationen miteinander zu einer Ergebnismatrix verknüpfen.

15. Die Vorrichtung (510) nach Patentanspruch 14, wobei das System weiterhin aufweist:

zweite Rechenmittel, welche mindestens eine Bewertungsfunktion auf die Ergebnismatrix anwenden.

16. Die Vorrichtung (510) nach einem der Patentansprüche 11 bis 15, wobei die Vorrichtung ein Computersystem ist, welches Steuerfunktionen auf die Datenbank (110) ausführen kann.

17. Ein Datenträger, der ein Computerprogramm speichert, dadurch gekennzeichnet, daß das Computerprogramm eine Vorrichtung steuert nach einem der Patentansprüche 11 bis 16, und das Computersystem ein Verfahren ausführt nach einem der Patentansprüche 1 bis 10.

18. Verwendung der Information über Zugriffe von Prozessen (101, 102, 103) auf Datenobjekte in einer Datenbank (110) zur Konfiguration der Datenbank (110).

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

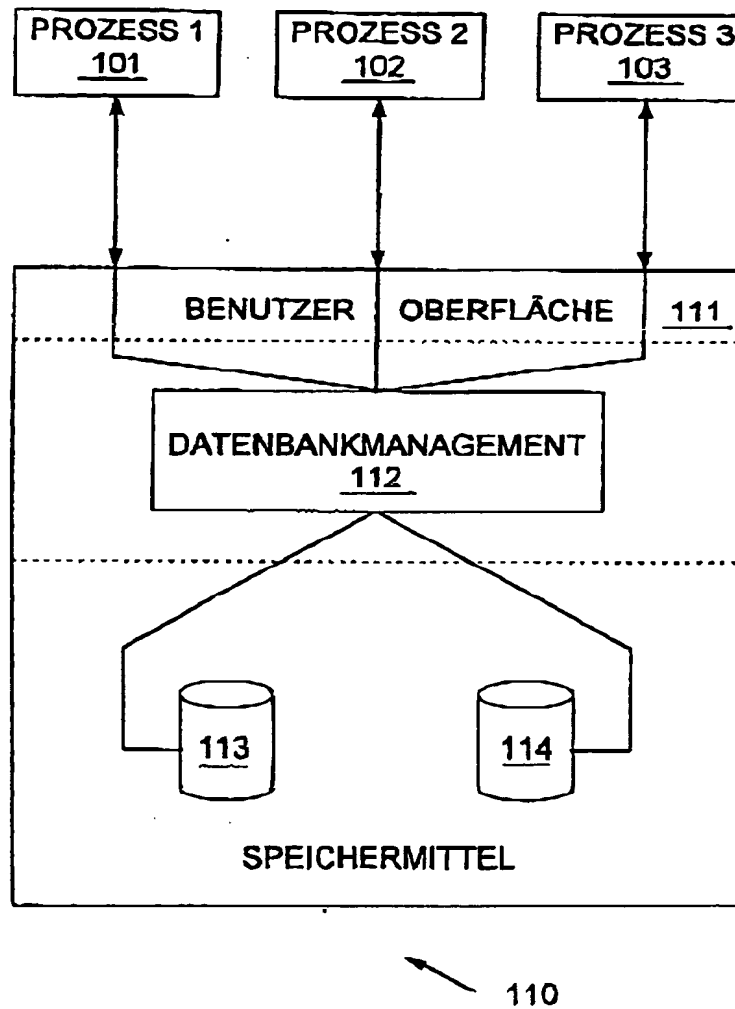


Fig. 1

Fig. 2

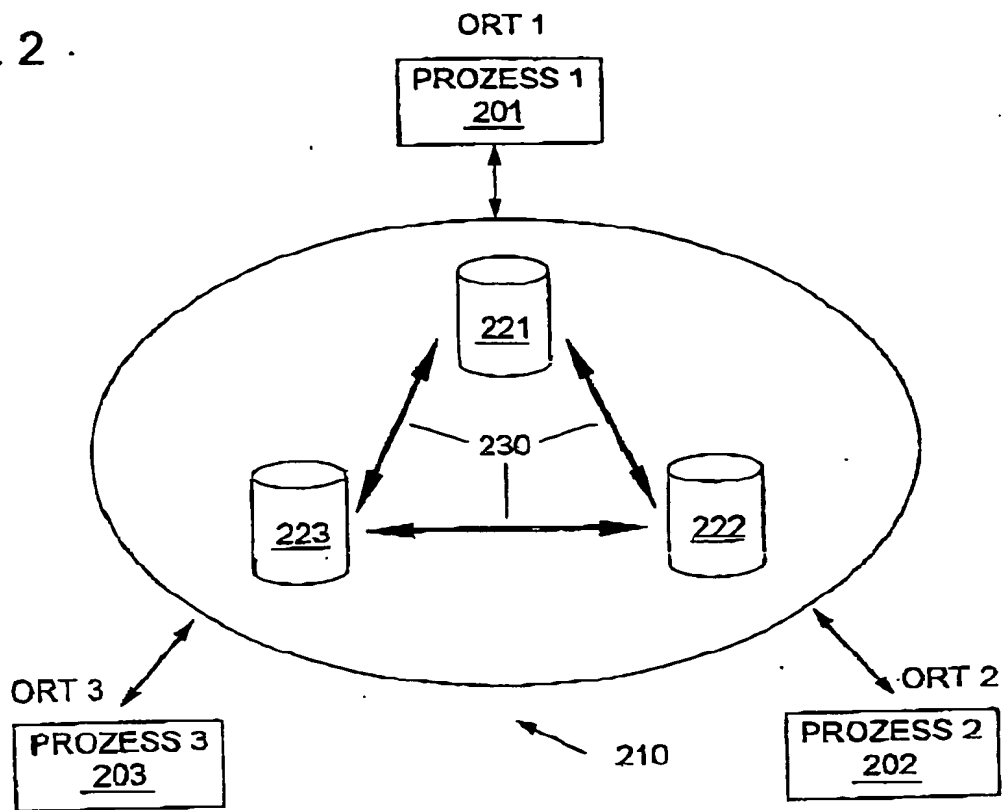
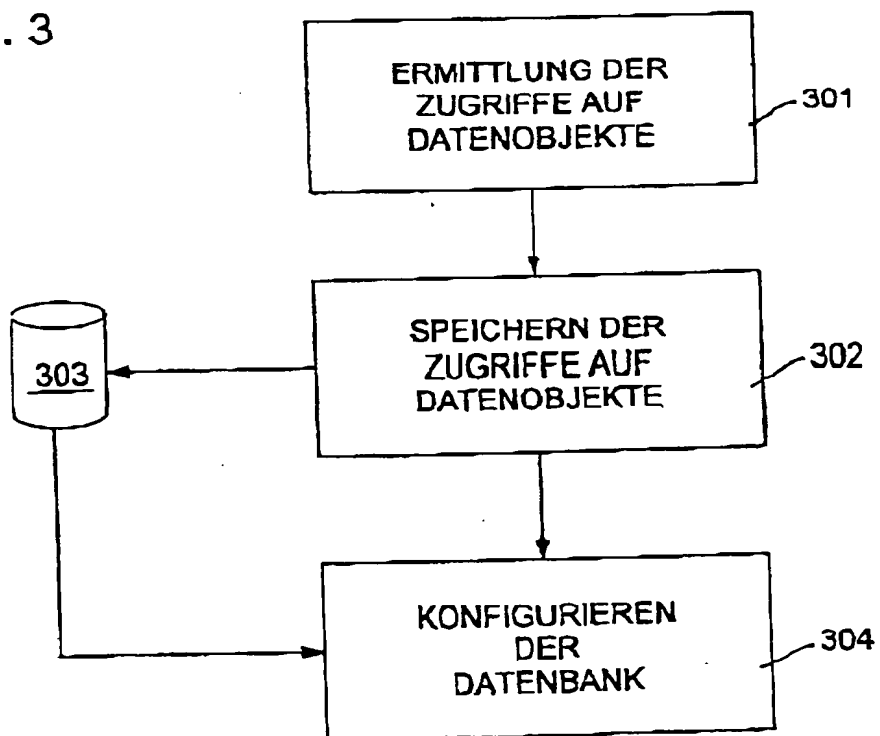


Fig. 3



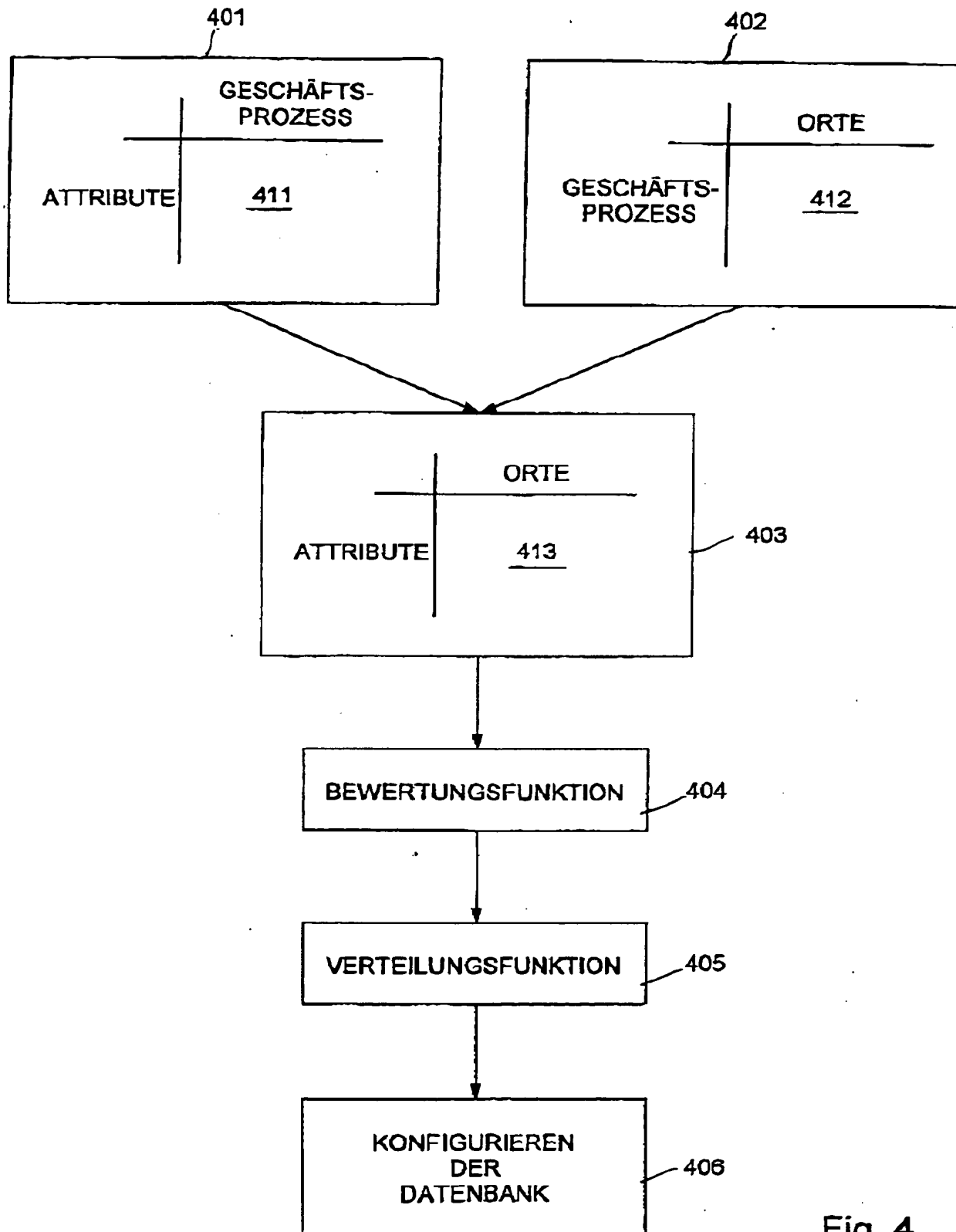


Fig. 4

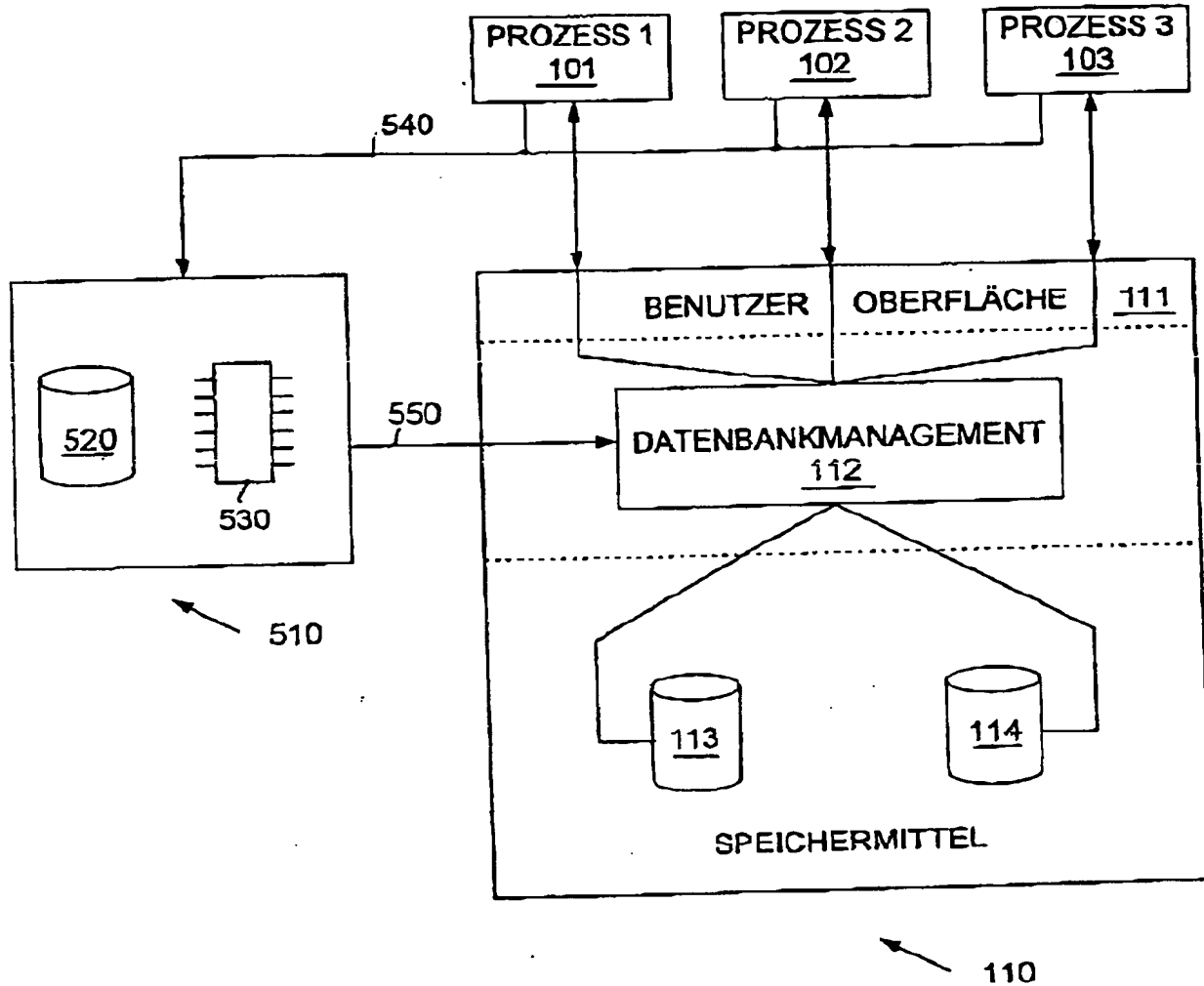


Fig. 5

Subgeschäftsprozesse Attribute	sg1	sg2	sg3	sg4	sg5	sg6	sg7
Auftrags#	0	0	0	0	0	0	0
Kunden#	0	0	0	0	0	0	0
Produkt#	0	0	0	0	0	0	1
Datum	0	0	0	0	0	0	1
APos	0	0	0	0	0	0	0
APosWert	0	0	0	0	0	0	1
GAWert	0	0	0	0	0	0	0
AStatus	0	0	0	0	0	0	0

FIG 6B

Subgeschäftsprozesse Attribute	sg1	sg2	sg3	sg4	sg5	sg6	sg7
Auftrags#	0	0	0	0	0	0	0
Kunden#	0	0	0	0	1	1	0
Produkt#	0	0	0	0	0	0	0
Datum	0	0	0	0	0	1	0
APos	0	0	0	0	0	0	0
APosWert	0	0	0	0	0	0	0
GAWert	0	0	0	0	0	1	0
AStatus	0	0	0	0	1	0	0

FIG 6A

Subgeschäftsprozesse	sg1	sg2	sg3	sg4	sg5	sg6	sg7
Attribute							
Auftrags#	0	0	1	0	0	0	0
Kunden#	0	0	1	0	0	0	0
Produkt#	0	0	1	0	0	0	0
Datum	0	0	1	0	0	0	0
APos	0	0	1	0	0	0	0
APosWert	0	0	1	0	0	0	0
GAWert	0	0	1	0	0	0	0
AStatus	0	0	1	0	0	0	0

FIG 6C

Orte	Berlin	London	Tokyo
Subgeschäftsprozesse			
sg1	0	0	0
sg2	0	0	0
sg3	0	0	0
sg4	0	0	0
sg5	0	15	25
sg6	13000	0	14000
sg7	0	0	0

FIG 7A

Orte Subgeschäftsprozesse	Berlin	London	Tokyo
sg1	0	0	0
sg2	0	0	0
sg3	0	0	0
sg4	0	0	0
sg5	0	0	0
sg6	0	0	0
sg7	15000	0	0

FIG 7B

Orte Subgeschäftsprozesse	Berlin	London	Tokyo
sg1	0	0	0
sg2	0	0	0
sg3	0	500	700
sg4	0	0	0
sg5	0	0	0
sg6	0	0	0
sg7	0	0	0

FIG 7C

Ort	Berlin	London	Tokyo
Attribute			
Auftrags#	0	500	700
Kunden#	0	500	700
Produkt#	0	500	700
Datum	0	500	700
APos	0	500	700
APosWert	0	500	700
GAWert	0	500	700
AStatus	0	500	700

FIG 8

Subgeschäftsprozesse	sg1	sg2	sg3	sg4	sg5	sg6	sg7
Attribute							
Auftrags#	0	0	0	0	0	0	0
Kunden#	0	0	0	0	1	1	0
Produkt#	0	0	0	0	0	0	1
Datum	0	0	0	0	0	1	1
APos	0	0	0	0	0	0	0
APosWert	0	0	0	0	0	0	1
GAWert	0	0	0	0	0	1	0
AStatus	0	0	0	0	1	0	0

FIG 9A

Orte Subgeschäftsprozesse	Berlin	London	Tokyo
sg1	0	0	0
sg2	0	0	0
sg3	0	0	0
sg4	0	0	0
sg5	0	15	25
sg6	13000	0	14000
sg7	15000	0	0

FIG 9B

Orte Attribute	Berlin	London	Tokyo
Auftrags#	0	0	0
Kunden#	13000	15	14025
Produkt#	15000	0	0
Datum	28000	0	14000
APos	0	0	0
APosWert	15000	0	0
GAWert	13000	0	14000
AStatus	0	15	25

FIG 9C

Orte Attribute	Berlin	London	Tokyo
Auftrags#	0	335	469
Kunden#	4290	339.95	5097.25
Produkt#	4950	335	469
Datum	9240	335	5089
APos	0	335	469
APosWert	4950	335	469
GAWert	4290	335	5089
AStatus	0	339.95	477.25

FIG 10

Orte Attribute	Berlin	London	Tokyo
Auftrags#	804	469	335
Kunden#	5437.20	9387.25	4629.95
Produkt#	804	5419	5285
Datum	5424	14329	9575
APos	804	469	335
APosWert	804	5419	5285
GAWert	5424	9379	4625
AStatus	817.20	477.25	339.95

FIG 11

Orte	Berlin	London	Tokyo
Attribute			
Auftrags#	804	469	335
Kunden#	5437.20	9387.25	4629.95
Produkt#	804	5419	5285
Datum	5424	14329	9575
APos	804	469	335
APosWert	804	5419	5285
GAWert	5424	9379	4625
AStatus	817.20	477.25	339.95
σ	20318.40	45348.50	30409.90

FIG 12

Orte	Berlin	London	Tokyo
Subgeschäftsprozesse			
sg1	-	-	-
sg2	-	-	-
sg3	-	(1,2,3,4, 5,6,7,8)	(1,2,3,4, 5,6,7,8)
sg4	-	-	-
sg5	-	(2,8)	(2,8)
sg6	(2,4,7)	-	(2,4,7)
sg7	(3,4,6)	-	-

FIG 13

Ort Subgesellschaften	Berlin	London	Tokyo
sg3	-	(1,2,3,4, 5,6,7,8)	(1,2,3,4, 5,6,7,8)
	-	(1,2,3,4, 5,6,7,8)	-
	-	-	(1,2,3,4, 5,6,7,8)
sg5	-	(1,2,8)	(1,2,8)
	(1,3,4,5, 6,7)	(1,2,8)	-
	-	(1,2,8)	(1,3,4,5, 6,7)
	(1,3,4,5, 6,7)	-	(1,2,8)
	-	(1,3,4,5, 6,7)	(1,2,8)
sg6	(1,2,4,7)	-	(1,2,4,7)
	(1,2,4,7)	(1,3,5,6, 8)	-
	(1,2,4,7)	-	(1,3,5,6, 8)
	(1,3,5,6, 8)	-	(1,2,4,7)
	-	(1,3,5,6, 8)	(1,2,4,7)
sg7	(1,3,4,6)	-	-
	(1,3,4,6)	(1,2,5,7, 8)	-
	(1,3,4,6)	-	(1,2,5,7, 8)

FIG 14

Orte	Berlin	London	Tokyo
Subgeschäftsprozesse (Σ)			
sg3	-	(1,2,3,4, 5,6,7,8)	(1,2,3,4, 5,6,7,8)
45348.50	-	45348.50	-
30409.90	-	-	30409.90
sg5	-	(1,2,8)	(1,2,8)
24397.50	14064.00	10333.50	-
35773.50	-	10333.50	25440.00
19368.90	14064.00	-	5304.90
40788.90	-	35484.00	5304.90
sg6	(1,2,4,7)	-	(1,2,4,7)
29342.45	17089.20	12253.25	-
28669.15	17089.20	-	11579.95
23198.15	4033.20	-	19164.95
31418.20	-	12253.25	19164.95
sg7	(1,3,4,6)	-	-
28017.50	7836.00	20181.50	-
18100.90	7836.00	-	10264.90

FIG 15